暗玉米雙雜交種蛋白質含量及其胺基酸組成之研究[1]

鄭心嫻　呂宗佳　萬　雄[2]

本研究獲得之結果摘要如下：

1.13個暗玉米雙雜交種蛋白質含量在 9.39～11.01％，普通玉米臺南 5 號與臺南11號蛋白質含量分別爲9.60％與9.64％。13個暗玉米雙交種之脂肪含量在4.60～5.70％之間，而普通玉米臺南 5 號與臺南11號脂肪含量分別爲4.95及5.50％。

2.依據試驗結果，13種雙什交暗玉米的離胺酸含量以gm/100gm蛋白質而言，除代號51增加10％外，代號 2 較臺南 5 號增加70％，其餘 6 種則增加50％，其他雙什交種約增加20％左右。

3.依據美國普渡大學對老鼠飼養試驗結果，飼料中所需重要胺基酸含量之比例爲準，則本試驗雙什交暗玉米各種胺基酸在營養上而言，較普通玉米爲平衡，並不因暗玉米離胺酸含量的提高而受影響。

4.13個暗玉米雙雜交種分析所得17種胺基酸含量間的關係，可獲知如果提高玉米蛋白質中之離胺酸含量，常使 histidine, arginine, isoleucine, 及 valine 等胺基酸亦同時增加，而 proline, alanine, methionine, glycine, glutamic acid及 phenylalanine 等胺基酸含量則相對減少。

5.綜合13種暗玉米雙什交種與兩個對照種玉米的各項農藝性狀與其離胺酸含量比較，則暗玉米雙什交種代號2,34,46,77及97等較有推廣之可能。

引　言

暗玉米由於隱性基因opaque-2 (Mertz *et al*., 1964) 的作用而改變其蛋白質中胺基酸的組成，使離胺酸 (lysine) 含量顯著增加，故其飼料價值較普通玉米爲高。臺灣省農業試驗所自民國56 (1967) 年開始進行高離胺酸暗玉米的育種，至63年秋，已選獲暗玉米雙雜交種69個，這些雙雜交種的蛋白質含量及其胺基酸組成是否與自交系相同，尚不明瞭。本研究乃就其中13個雙雜交暗玉米品種之胺基酸組成及其農藝性狀等加以分析，以供判別這些暗玉米雙雜交種優劣時之參考。

前人研究

暗玉米 (opaque-2 corn) 具有較高的營養價值已無可置疑，主要原因係其蛋白質中離胺酸含量的增加。Mertz *et al*. (1964) 分析去脂後玉米胚乳的胺基酸組成，發現其中離胺酸含量較普通玉米提高約80～100％，且就整粒種子而言，也較普通玉米約高50％以上。

Robutti *et al* (1973) 研究暗玉米之蛋白質及胺基酸組成時，發現暗玉米之 lysine, arginine, glycine, aspartic acid等含量均比普通玉米爲高；而 alanine, leucine, phenylalanine 等含量則反

本項研究計畫獲得行政院國家科學委員會之補助，本文爲玉米品質改良系統性研究之中間報告，其他相關研究仍在進行中。

1.試驗研究報告農試字第八一八號

2.臺灣省農業試驗所技士、技士、所長

比普通玉米為低。其水溶性及鹽溶性（salt-soluble）蛋白質亦比普通玉米高；而酒精溶性蛋白則反比普通玉米低。據他們分析，育成之modified暗玉米胺基酸組成則介於暗玉米及普通玉米之間。

Misra及Mertz（1974）亦發現具有隱性 opaque-2基因之玉米，albumin, globulin, glutelin含量均增加；但帶有O_2 與 fl_2雙突變基因時，prolamine 的合成却被抑制，因此其離胺酸含量乃高於單突變種。

Misra 及 Mertz （1975）研究玉米蛋白質性質時，測出雙突變體暗玉米（double mutant）的游離胺基酸含量均比單突變體（single mutant）的自交系（inbred）或雜種（hybrid）為高。

Earle（1976） 研究自1907到1972年間，美國各地所產玉米之蛋白質及油分含量之變化，發現蛋白質含量之變異介於 9.1%（1951）到11.9%（1934）之間，其中以1907到1929年間很接近，而1930—1936年間則較高（不尋常）。氏並發現高蛋白原因是七月溫度高，而七月的雨量也微有影響；油分含量的變異則介於4.0～4.9%，季節對油分含量並無影響。

Singh 及 Axtell（1973）以老鼠進行營養實驗，發現老鼠所需胺基酸的百分比分別為： arginine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine ， cystine, phenylalanine ， tyrosion, threonine, tryptophan及valine各為0.2，0.4，0.5，0.9，1.0，0.6，0.9，0.5，0.2及 0.4gm/100 gm meal，表示玉米蛋白質之胺基酸中，某種胺基酸的過少固為限制因素，但過多也不一定能提高營養價值，各胺基酸必需平衡。

材料及方法

本試驗所使用13個暗玉米雙雜交種，係由63年秋作，農試所在臺中萬豐農場進行新育成69個暗玉米雙交種第一年產量比較試驗中選出之較優品種。該69個雙交種於63年秋作分成三組進行產量比較試驗，分別包括10、18及41個品種，各以臺南五號及臺南十一號為對照種，採用逢機完全區集設計，除第三組41個品種係單行區外，餘均為雙行區，6重複，行長6公尺，行距60公分，株距30公分。13個暗玉米中，代號1、51、75三個係由第一組選出者；5、10、34、77、97五個係由第二組選出者；而2、46、52、62、89五個係由第三組選出。本試驗主要調查、分析項目及方法如下：

一、主要農藝性狀之調查（20株之平均數）：

1.子實產量（kg）：為$6\times0.6m^2$面積，含水率15.5%之子粒產量。

2.株高（cm） ：由基部至雄花第一穗節。

3.穗位高（cm） ：由基部至著生果穗之莖節的高度。

4.開花期（day）：由發芽至雄花穗開花之天數。

5.吐絲期（day）：由發芽至雌花穗吐絲的天數。

6.含水率（%）：為〔（鮮重－乾重）／鮮重×100〕，即鮮果穗含水分百分比。

7.脫粒率（%）：子實重佔果穗重的百分比。

8.百粒重（g） ：逢機選取100粒玉米子粒的重量，表示子實大小（水分含量15.5%）。

二、水份、脂肪及蛋白質之分析方法

1.玉米子粒分析前之處理：採收之玉米果穗，在日光下曬乾至含水份11%左右。脫粒後逢機取出種子約5克，在烘箱內以 60°C 烘12小時。再使用 Udy 磨粉器粉碎，經50 mesh網孔篩出，置於乾燥器內，供分析之用。2.水份測定：取已處理過之樣品粉末 1g 置於秤量瓶中，在 110°C下烘乾7小時後測定之（AOAC, 1970）。 3.脂肪測定：取已處理過之樣品粉末 3g，仿（C.I.M.M.Y.T., 1971）報告中之方法，在 60°～70°C 下以 Soxhlet 抽取油分8小時以測定之。4.粗蛋白質測定：取0.2g 樣品粉末加濃硫酸 4 ml ，加熱分解2小時後稀釋成 100 ml，取 10 ml 以擴散法測定其全氮量。再乘以6.25常數，即為蛋白質含量，重複四次。

三、胺基酸分析

1.樣品處理：取樣品粉末 500mg 置於特別處理過之試管（用 3N HCI 浸兩天）中，加 10 ml 再沸點 6N HCI。將試管外壁末端置於冰塊中，抽成眞空後封口，然後置於 110°C 加水分解爐內24小時，取出試管後敲破試管頂部，用蒸餾水洗出，過濾，取其濾液於量液瓶中稀釋至50 ml。取其中10 ml 用 Kjeldahl 法測定其全氮量。求其加水分解後之回收率。另取 1 ml 置於試管中，在 60°～70°C 溫度下用抽氣幫浦抽乾鹽酸後，加入 pH 2.2 醋酸緩衝液 1 ml，置 4°C 低溫恆溫箱中貯藏備用。在樣品處理過程中，須盡量避免氨之污染。

2.取約 1 mg 之蛋白質水解物樣品加入自動胺基酸分析儀中（Yanagimoto Model LC-5A）測定之。

3.胺基酸分析儀之預備實驗：

（1）緩衝溶液之配製：緩衝液之濃度與 pH 值之調整宜求其精確，且每次配製之溶液其分離效果需完全相同。

（2）胺基酸分析儀之調節：本儀器採用 Na^{+} type樹脂、溫度保持 56°C，緩衝液流速控制在每小時 82 ml，反應槽（reaction bath）維持 100°C，以達到對17種胺基酸分離效果最佳之情況。短層析管完成鹼性胺基酸分離需時90分鐘，而長層析管則需 140分鐘，以分離酸性與中性胺基酸。

（3）Ninhydrin 溶液之配製：因 Ninhydrin 極易氧化，且靈敏度高，配製時需特別小心，以避免其溶液被污染而呈色，試藥均採用 E. Merk 特級規格（GR）。配好之 Ninhydrin 溶液必需在一星期內用完，過期靈敏度會降低。所用之氮氣純度是 99.9999%。試藥瓶也經過特別浸洗，配藥時所用之水均為去礦水（deion water）。

（4）對照用17種胺基酸標準混合液，採用E. Merk公司 GR 級試藥配製。因本試驗所用胺基酸分析儀器靈敏度高，採用0.01 μM濃度即可。

結果與討論

（一）暗玉米雙雜交種之蛋白質及胺基酸含量

13種暗玉米雙雜交種及對照種臺南 5 號及11號之蛋白質含量及其胺基酸組成，列如表 1。結果顯示，暗玉米的蛋白質含量介於9.39%～11.01%，雖較對照種之9.60%及 9.64%稍高，但相差並不很大，大部暗玉米雙雜交種之蛋白質含量仍在10%左右。

胺基酸中主要之離胺酸含量如以「gm/100gm蛋白質」而言，則有較大的差異，除代號51一種外，其他各雙雜交種均較對照品種之離胺酸含量為高，其中最高者代號 2 較臺南 5 號增加70%，其餘含量較高之品種如代號34、46、75、77、89及97至少亦增加在50%，因此在13個雙雜交種中，有 7 種其離胺酸含量較臺南 5 號高出50～70%。

離胺酸含量如以「gm/100gm 玉米粉」表示（表 1），除代號34增加30%外，其餘含量較高之各品種仍然與以蛋白質為基礎的結果相一致，較臺南 5 號增加約在40～50%，代號 2 仍增加70%左右。

雙雜交暗玉米脂肪含量均在5.0～5.5%（除代號 1 及34外），與兩對照種相似，沒有顯著的差異。

（二）暗玉米雙雜交種蛋白質中胺基酸之分佈

玉米蛋白質品質之良窳，雖以離胺酸含量為最重要，但與各種主要胺基酸的平衡，仍然有關，否則某一胺基酸將成為限制因子。茲依 Singh & Axtell (1973) 所定老鼠對各種胺基酸的需要量比例，以各雜交種離胺酸含量為基數，計算其餘各種胺基酸的需要比例，結果列如表 2。由表 2 顯示，各雙雜交種暗玉米胺基酸的分佈都很平衡，雖然離胺酸的含量較普通玉米增加，並未使其他任何一種胺基酸成為限制蛋白質利用的因子。對照種臺南 5 號及11號，由於離胺酸含量低，故其他胺基酸的需要量亦相對減低，乃使離胺酸成為限制因子。一般而言，暗玉米的各種胺基酸，利用比例大部分均有提

高趨勢，顯示暗玉米的胺基酸組成更爲平衡有效。

（三）暗玉米雙雜交種各種胺基酸含量間的關係

依據表1，就13種暗玉米雙雜交種的17種胺基酸含量（gm/100gm蛋白質）分析彼此間的關係，結果示如圖1。依圖1可知：

1.鹼性胺基酸中 lysine與histidine及 arginine 間有正的相關，即 lysine 含量高，則 histidine 與 arginine 相對增加。而 histidine 與 arginine 間也有正的相關；但 lysine. arginine 兩者與 proline, phenylalanine, alanine 間則均爲負相關，即 lysine 與 arginine 的增加，反使 proline, phenylalanine 及 alanine 含量相對減少。

2.NH_3 與其他成分則無關係。主要胺基酸 leucine 與 isoleucine 均與 valine 有正相關。

3.酸性胺基酸 aspartic acid 與 serine兩種，與其他成分均無關係，threonine與 tyrosine有負的相關，glutamic acid 與 isoleucine 及 valine 爲負相關，而與 glycine 則爲正相關。

4.中性胺基酸 glycine 與 isoleucine 及 valine 均有負的相關，但與 alanine 爲正的相關，alanine 則與 methionine 爲正相關。methionine 與 phenylalanine 爲正相關，而與 leucine爲負相關，使 phenylalanine 與 leucine 間也呈現負的關係。

由以上各種胺基酸含量間的關係，可獲知如果提高玉米蛋白質中之離胺酸含量，常常使 histidine, arginine, isoleucine, 及 valine 等胺基酸亦同時增加，而 proline, alanine, methionine, glycine, glutamic acid 及 phenylalanine 等胺基酸含量則相對減少。

若以13種暗玉米胺基酸組成平均數與普通玉米（臺南5號，臺南11號）進行比較，則 glutamic acid, proline, alanine, methionine, leucine, phenylalanine 等含量均比普通玉米低，而其餘胺基酸含量則暗玉米均比普通玉米高。此與 Robutti (1973) 研究暗玉米之蛋白質及胺基酸組成的結果頗爲符合。

（四）暗玉米雙雜交種之農藝性狀

13種暗玉米雙雜交種與兩個對照種玉米的各項農藝性狀，列如表3。依據這些農藝性狀，配合離胺酸的含量，將可供決定雙雜交種優劣之參考。在農藝性狀中最主要有產量、吐絲期及成熟期。本試驗就離胺酸含量較高的代號2、34、46、75、77、89及97等七種雙雜交種而言，除代號89號產量稍低外，其餘六種與對照種臺南5號及11號之產量比較，均無顯著之差異。一般而言，較臺南5號爲高，而與臺南11號相近。就開花期與吐絲期而言，暗玉米較臺南5號約遲2天，而與臺南11號相同。本試驗因採同時期採收，故對各品種之成熟期未有詳細記錄，惟採收時鮮果穗之含水率，對於成熟之早遲仍有參考之價值。13個暗玉米之含水率平均較臺南5號高2%，而與臺南11號相同，表示暗玉米之成熟期較臺南5號稍遲而與臺南11號相同，依著者之觀察，暗玉米約較臺南5號遲熟5天左右，而與臺南11號則無差別。此外暗玉米株高均在2公尺以上，亦較對照種高約25～35公分，因此穗位高度亦提高約10～25公分左右，均爲暗玉米雙雜交種的缺點。

綜合農藝性狀及離胺酸含量，則暗玉米雙雜交種中的代號2、34、46、77及97等較有推廣之可能。

誌謝：本試驗統計資料承臺灣大學農藝系育種研究室同仁協助分析，特此誌謝。

表 1　暗玉米雙雜交種及對照品種蛋白質含量及其胺基酸組成（兩重複平均數）

Table 1. The protein content and amino acid composition of double cross opaque-2 maize and the check varieties (Average of two replications)

Line and cultivar / amino acid	1	2	5	10	34	46	51	52	62	75	77	89	97	TN5 (ck)	TN11 (ck)
Lysine	3.53 0.361	4.86 0.507	3.69 0.393	3.87 0.359	4.38 0.398	4.72 0.455	3.20 0.333	3.73 0.342	4.06 0.392	4.46 0.419	4.37 0.447	4.29 0.404	4.57 0.445	2.85 0.297	3.30 0.342
Histidine	3.27 0.335	4.14 0.432	3.19 0.340	3.63 0.336	4.03 0.366	4.44 0.427	3.62 0.377	3.67 0.337	3.70 0.357	4.62 0.435	4.13 0.422	4.39 0.413	4.58 0.446	2.86 0.298	3.17 0.329
Ammonia	1.11 0.114	1.35 0.141	0.94 0.100	1.18 1.109	1.20 0.109	1.05 0.101	0.84 0.088	0.85 0.078	0.99 0.695	0.88 0.083	0.73 0.074	0.78 0.073	0.76 0.074	0.81 0.084	1.06 0.1099
Arginine	5.03 0.515	6.09 0.635	6.02 0.641	5.78 0.536	5.85 0.531	5.62 0.541	4.27 0.445	4.40 0.404	4.76 0.460	6.18 0.581	5.49 0.561	6.63 0.624	5.61 0.547	3.72 0.387	4.88 0.506
Aspartic acid	6.13 0.627	7.56 0.788	6.57 0.700	6.59 0.611	6.98 0.634	7.12 0.686	4.63 0.482	5.57 0.511	6.47 0.625	6.45 0.607	4.58 0.468	6.02 0.567	6.83 0.666	3.58 0.373	5.42 0.562
Threonine	2.29 0.337	3.09 0.322	2.82 0.300	2.94 0.272	3.12 0.283	3.01 0.290	1.57 0.164	3.68 0.338	2.59 0.250	3.13 0.294	2.26 0.231	2.87 0.270	2.52 0.246	2.18 0.227	2.73 0.283
Serine	3.90 0.399	4.77 0.497	4.53 0.482	3.52 0.326	4.21 0.382	4.37 0.421	3.60 0.375	4.00 0.367	4.83 0.467	3.31 0.311	4.08 0.417	3.95 0.372	4.85 0.473	3.05 0.318	4.12 0.427
Glutamic acid	15.30 1.566	15.72 1.639	14.75 1.571	14.62 1.355	14.85 1.349	16.43 1.583	13.60 1.417	15.54 1.425	15.40 1.488	15.31 1.440	18.68 1.910	14.18 1.335	13.93 1.357	14.24 1.483	18.07 0.837
Proline	8.91 0.912	10.96 1.143	11.83 1.260	11.13 1.032	6.78 0.616	7.07 0.681	10.23 1.066	9.92 0.910	9.83 0.949	9.05 0.851	7.72 0.789	7.07 0.666	8.75 0.853	8.78 0.914	8.30 0.861
Glycine	4.17 0.427	4.21 0.439	3.74 0.398	3.65 0.338	4.30 0.391	3.84 0.370	3.44 0.358	5.62 0.515	3.38 0.326	4.05 0.381	5.04 0.515	3.68 0.346	3.18 0.310	2.41 0.251	3.41 0.354

Table 1. (continued)

Line and cultivar / amino acid	1	2	5	10	34	46	51	52	62	75	77	89	97	TN5 (ck)	TN11 (ck)
Alanine	9.1[illegible] 9.94[illegible]	6.73 0.702	8.05 0.857	7.00 0.649	8.18 0.743	7.70 0.742	6.37 0.664	10.47 0.960	8.41 0.812	6.98 0.657	7.01 0.716	5.93 0.558	5.63 0.549	7.10 0.739	9.77 1.014
$\frac{1}{2}$ Cystine	1.18 0.121	1.69 0.176	1.47 0.156	1.96 0.182	1.33 0.121	1.61 0.155	1.45 0.151	1.04 0.095	1.16 0.112	1.24 0.116	1.26 0.129	1.55 0.146	1.15 0.112	1.31 0.136	1.01 0.105
Valine	4.87 0.498	4.99 0.520	5.25 0.559	6.90 0.639	4.83 0.439	4.95 0.477	4.44 0.463	4.77 0.437	4.98 0.481	4.48 0.421	4.21 0.430	4.42 0.416	6.16 0.600	3.64 0.379	3.63 0.376
Methionine	0.97 0.099	1.13 0.118	1.23 0.131	1.07 0.099	0.99 0.090	0.92 0.089	0.77 0.080	1.87 0.171	1.57 0.151	0.93 0.087	0.97 0.099	0.97 0.091	0.91 0.088	0.91 0.095	1.11 0.115
Isoleucine	3.21 0.329	3.77 0.393	3.87 0.412	4.74 0.439	4.01 0.364	3.23 0.311	3.59 0.374	3.67 0.336	3.71 0.358	3.42 0.321	2.07 0.211	3.08 0.290	4.64 0.452	2.82 0.294	3.47 0.360
Leucien	10.26 1.050	8.75 0.912	9.70 1.033	12.90 1.196	11.85 1.076	8.68 0.836	8.48 0.883	6.81 0.625	8.24 0.796	8.60 0.809	8.64 0.883	8.14 0.766	12.27 0.196	11.84 1.233	12.03 1.248
Tyrosine	2.30 0.235	2.59 0.270	2.72 0.290	2.67 0.247	2.70 0.245	2.50 0.241	3.05 0.318	2.61 0.239	3.47 0.335	2.46 0.231	2.33 0.238	2.27 0.214	2.86 0.279	1.91 0.199	2.67 0.277
Phenylalanine	4.33 0.443	4.83 0.504	5.50 0.586	4.58 0.424	4.64 0.421	5.23 0.504	5.85 0.009	7.22 0.662	5.98 0.578	3.90 0.367	4.44 0.454	4.16 0.392	4.33 0.422	4.32 0.450	4.96 0.514
Total amino acid	90.90	97.19	95.99	98.75	93.95	92.45	82.96	95.39	93.47	89.40	87.98	84.35	93.52	78.31	93.15
Protein (%)	9.77	9.59	9.39	10.79	11.01	10.38	9.60	10.90	10.35	10.63	9.78	10.62	10.26	9.60	9.64
Fat (%)	4.60	5.60	5.20	5.70	4.60	4.95	5.05	5.50	4.85	4.85	5.35	5.50	4.95	4.95	5.5

* 雜交組合及代號
1. ($604^1\times604^2$) ($602^1\times601$)
2. (606×604^1) ($602^1\times601$)
5. (606×604^2) ($602^1\times601$)
10. (614—*P*×606) ($602^1\times601$)
34. ($602^1\times614$—*P*) (601×606)
46. ($611^3\times601$) ($602^1\times606$)
51. (614—*P*×601) ($602^1\times604^1$)
52. (614—*P*×606) ($611^3\times601$)
62. ($602^1\times606$) (601×614—*P*)
75. ($602^1\times611^3$) (614—*P*×604^1)
77. ($602^1\times604^2$) (606×611^3)
89. ($602^1\times606$) ($611^3\times614$—*P*)
97. (614—*P*×606) ($602^1\times611^3$)
TN5 ($OH_{43}\times OH_{45}$) (D×C)
TN11 (2027—3—5×*Ph* 9DMR) (AME III×Ly22—4)

**上行是 gm/100gm protein
下行是 gm/100gm meal

表 2 嗒玉米雙雜交種重要胺基酸以離胺酸爲基準之比例需要量 (gm/100gm meal)

Table 2. The essential amino acid ratio of 13 double cross opaque-2 maize and the check varieties using lysine as a minimum requirement based on weanling rat experiment.

Essential amino acid	Line and cultivar	1	2	5	10	34	46	51	52	62	75	77	89	97	TN5 (ck)	TN11 (ck)	剛斷乳老鼠需要重要胺基酸之比例
Lysine	含量	0.361	0.507	0.393	0.359	0.398	0.455	0.333	0.342	0.392	0.419	0.447	0.404	0.445	0.297	0.343	1.0
	比例需要量	0.361	0.507	0.393	0.359	0.398	0.455	0.333	0.342	0.392	0.419	0.447	0.404	0.445	0.297	0.343	
Methionine + Cystine	含量	0.341	0.470	0.443	0.463	0.332	0.399	0.382	0.361	0.375	0.319	0.357	0.383	0.312	0.367	0.324	0.6
	比例需要量	0.216	0.304	0.235	0.215	0.238	0.273	0.200	0.205	0.235	0.251	0.268	0.242	0.267	0.178	0.205	
Histidine	含量	0.335	0.432	0.340	0.336	0.336	0.427	0.377	0.337	0.357	0.435	0.422	0.413	0.446	0.298	0.329	0.4
	比例需要量	0.144	0.203	0.157	0.143	0.159	0.182	0.132	0.137	0.156	0.167	0.179	0.161	0.178	0.118	0.137	
Arginine	含量	0.515	0.635	0.641	0.536	0.531	0.541	0.445	0.404	0.460	0.581	0.561	0.624	0.547	0.387	0.506	0.2
	比例需要量	0.072	0.101	0.078	0.072	0.079	0.091	0.066	0.068	0.078	0.084	0.089	0.081	0.089	0.059	0.068	
Threonine	含量	0.337	0.322	0.300	0.272	0.283	0.290	0.164	0.338	0.250	0.292	0.231	0.270	0.246	0.227	0.283	0.5
	比例需要量	0.180	0.253	0.196	0.179	0.199	0.227	0.166	0.171	0.196	0.209	0.223	0.202	0.222	0.148	0.171	
Valine	含量	0.498	0.520	0.559	0.639	0.439	0.477	0.463	0.437	0.481	0.421	0.430	0.416	0.600	0.379	0.376	0.4
	比例需要量	0.144	0.203	0.157	0.143	0.159	0.182	0.132	0.137	0.156	0.167	0.179	0.161	0.178	0.118	0.137	
Isoleucine	含量	0.329	0.393	0.412	0.439	0.364	0.311	0.374	0.336	0.358	0.321	0.211	0.290	0.452	0.294	0.360	0.5
	比例需要量	0.180	0.253	0.196	0.179	0.199	0.227	0.166	0.171	0.196	0.209	0.223	0.202	0.222	0.148	0.171	
Leucine	含量	1.050	0.912	1.033	1.196	1.076	0.836	0.883	0.625	0.791	0.809	0.883	0.766	0.196	1.233	1.248	0.9
	比例需要量	0.325	0.456	0.353	0.323	0.358	0.409	0.299	0.307	0.353	0.377	0.402	0.363	0.400	0.267	0.307	
Phenylalanine + Tyrosine	含量	0.678	0.774	0.876	0.671	0.666	0.745	0.927	0.901	0.913	0.598	0.692	0.606	0.701	0.649	0.791	0.9
	比例需要量	0.325	0.456	0.353	0.323	0.358	0.409	0.299	0.307	0.353	0.377	0.402	0.363	0.400	0.267	0.307	

表3 暗玉米雙雜交種之農藝性狀

Table 3. The agronomic characters of 13 double cross opaque-2 maize.

Agronomic character \ Line and cultivar	1	51	75	TN5	TN11	5	10	34	77	97	TN5	TN11	2	46	52	62	89	TN5	TN11
Grain yield (kg/20 plants)	1.48*	1.51	1.64	1.63	1.63	2.40	2.44	2.27	2.25	2.42	2.22	2.33	2.11	2.18	2.15	2.28	2.01*	2.06	2.41
Plant height (cm)	186	177	175	156	166	212	213	213	210	216	169	181	221	221	191	222	200	172	182
Ear position (cm)	94	89	84	66	81	102	99	102	104	100	73	83	111	108	92	102	96	77	95
Flowering date (days)	56	56	55	53	56	51	51	51	50	50	49	51	51	51	49	50	51	49	50
Silking date (days)	62	63	61	59	62	56	55	56	56	55	53	56	57	57	54	56	57	55	56
Water content (%)	39	39	38	37	38	34	32	31	34	31	29	32	39	41	39	37	39	39	39
Threshing rate (%)	80	81	81	84	80	83	83	80	82	82	85	81	80	84	85	83	81	86	84
100 Kernel weight (g)	20.42	21.05	21.66	24.20	25.56	26.99	26.95	27.61	26.09	27.21	32.80	30.69	25.41	24.07	26.14	25.02	26.45	26.74	29.49
試驗組別	第一組 (Group I)					第二組 (Group II)							第三組 (Group III)						

* 子粒產量差異達5%顯著水準

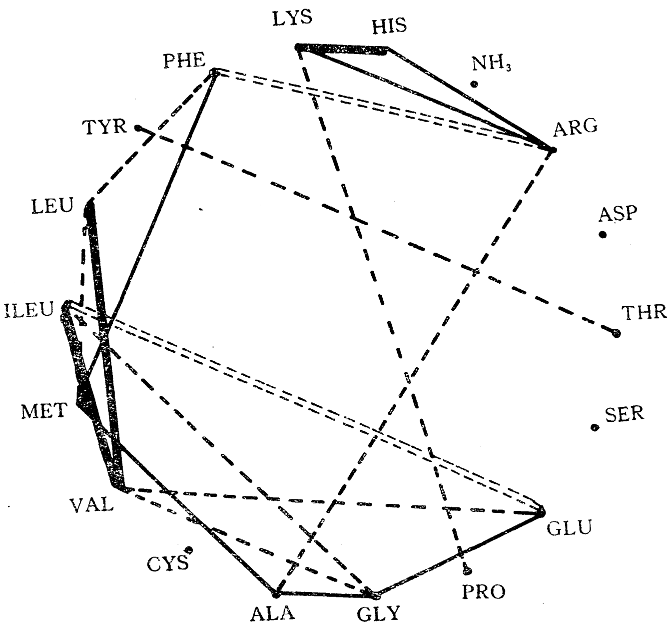

圖1 暗玉米雙雜交種蛋白質中胺基酸組成分間之相關關係

Fig. 1. Relationship of 17 amino acids of 13 double cross opaque-2 maize.

Notes : —— : 5% significant level, positive correlation.
━━ : 1% significant level, positive correlation.
----- : 5% significant level, negative correlation.
===== : 1% significant level, negative correlation.

參考文獻

1. Association of Official Agricultural Chemists. 1970. Official methods of analysis (11thed.) . Method 14.063. The Association : Washington, D. C.
2. C.I.M.M.Y.T. 1971. Annual Report : pp. 12-13.
3. Earle, F. R., 1976. Protein and Oil in Corn : Variation by crop years from 1907 to 1972. Cereal Chem. 54 : 70-79.
4. Mertz, E. T., L. S. Bates and O. E. Nelson. 1964. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm Sci. 145 : 279-280.
5. Misra, P. S., E. T. Mertz. 1974. Studies on corn protein VI endosperm protein change in single and double endosperm mutants of maize. Cereal Chem. 52 : 161-165.
6. Misra. P. S., E. T. Mertz. and D. V. GloverR. 1975. Studies on corn proteins VIII. Free amino acid content of Opaque-2 double mutants. Cereal Chem. 52 : 844-848.
7. Moore. S., D. H. Spachman., W. H. Stein. 1958. Chromatography of amino acid on sulfonated polystyrene. Resins Anal. Chem. 30 : 1185-1190.
8. Robotti, J. L., R. C. Hoseney, and C. W. Deyoe. 1973. Modified Opaque-2 corn endosperms. 1. Protein distribution and amino acid composition. Cereal Chem. 51 : 163-172.
9. Singh, R. and J. D. Axtell. 1973. Biological value of high lysine (hl) and sugary (su) mutants : Purdue Univ. Research Progress Report. Inheritance and improvement of protein quality and content in sorghum. 23-57.

10. Spachman, D. H., W. H. Stein and S. Moore. 1958. Chromatography of amino acids. Anal. Chem. 30 : 1190-1206.
12. Tkachuk. R., G. N. Irvine. 1969. Amino acid compositions of cereals and oil seed meals. Cereal Chem. 46 : 206-216.

THE PROTEIN CONTENT AND AMINO ACID COMPOSITION OF THIRTEEN DOUBLE CROSSES OF OPAQUE-2 CORN

H. H. Cheng, T. C. Lee and Hsiung Wan

summary

1. The protein contents, amino acid composition and agronomic characters of thirteen double crosses of opaque-2 corn were studied. All double crosses were grown in Taichung, Taiwan in fall, 1974.
2. The protein contents of 13 double crosses of opaque-2 corn varied from 9.39-11.01% which were similar to those of the commercial double crosses of ordinary corn, Tainan No. 5 and No. 11 which showed 9.60% and 9.64% of protein respectively.
3. The fat contents of 13 double crosses of opaque-2 corn were from 4.60-5.70% whereas that of Tainan No. 5 and No. 11 were 4.95% and 5.50% respectively.
4. The lysine contents of 13 double crosses of opaque-2 corn also varied considerably. As expressed in gm/100gm protein, No. 2 showed 70% more than that of Tainan No. 5. Six opaque-2 double crosses showed 50% more, while other opaque-2 double crosses increased only 10-20%.
5. Based on the balanced essential amino acid requirements of meanling rat reported by Purdue Scientists, the balance of amino acid composition of all opaque-2 double crosses having higher lysine contents were not altered, This indicates that lysine is the limiting amino acid in protein of ordinary corn.
6. We found that there were some associations among the 17 amino acids of the 13 opaque-2 double crosses. It showed that the increase of lysine content was accompanied by the increase of histidine, arginine, isoleucine and valine and the decrease of proline, alanine, methionine, glycine, glutamic acid, and phenylalanine.
7. If 13 double crosses of opaque-2 corn were judged by their agronomic characters and lysine content, crosses No. 2, 34, 46, 77 and 97 would be considered promising for commercial production.